



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **05129885 A**(43) Date of publication of application: **25 . 05 . 93**

(51) Int. Cl

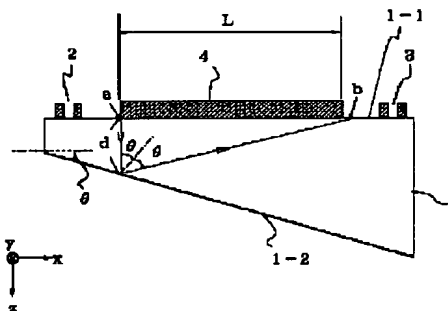
**H03H 9/72**  
**H03H 9/25**
(21) Application number: **03288625**(22) Date of filing: **05 . 11 . 91**(71) Applicant: **CANON INC**
(72) Inventor: **EGARA KOUICHI**  
**MOCHIZUKI NORIHIRO**  
**NAKAMURA KENJI**
(54) **SURFACE ACOUSTIC WAVE ELEMENT**

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To extract an output signal with high S/N by tilting the rear side of a substrate of a surface acoustic wave element to have an angle satisfying a specific condition so as to prevent a bulk wave reflected in the rear side from being made incident in an output electrode or a surface acoustic wave guide path formed on the surface of the substrate.

**CONSTITUTION:** This element is devised so that a condition  $\tan 2\theta \approx L/d$  is satisfied, where  $\theta$  is an angle of at least part of a 2nd side 1-2 opposite to a 1st face 1-1 of a substrate on which a surface acoustic wave is propagated tilted in a prescribed direction, (d) is thickness of the substrate 1 at a position where the thickness is thinnest in the region in which an output electrode 4 or a waveguide path is formed, and L is length of the region at which the output electrode 4 or the waveguide path is formed along a prescribed direction from the position.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&amp;Japio



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-129885

(43)公開日 平成5年(1993)5月25日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 3 H 9/72

9/25

識別記号

庁内整理番号

7259-5 J

C 7259-5 J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数9(全16頁)

(21)出願番号

特願平3-288625

(22)出願日

平成3年(1991)11月5日

(71)出願人 000001007

キャノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 江柄 光一

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社内

(72)発明者 望月 規弘

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社内

(72)発明者 中村 憲司

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社内

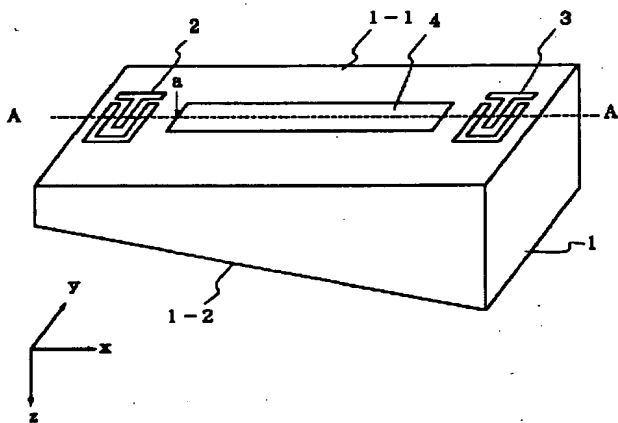
(74)代理人 弁理士 丸島 儀一

(54)【発明の名称】 弾性表面波素子

(57)【要約】

【目的】 弾性表面波素子の基板裏面を、所定の条件を満たす角度に傾斜させ、この裏面で反射されたバルク波が基板表面に形成された出力電極または弾性表面波導波路に入射するのを防止することによって、高いSN比で出力信号を取り出せるようにする。

【構成】 基板の弾性表面波が伝搬される第1の面に対向する第2の面の少なくとも一部を角度 $\theta$ で所定方向に傾斜した面とし、出力電極または導波路が形成された領域の内、基板の厚さが最も薄い地点における基板の厚さを $d$ 、この地点から所定方向に沿った出力電極または導波路が形成された領域の長さを $L$ としたときに、条件式 $\tan 2\theta \geq L/d$ を満足するように構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電性基板と、該基板の第1の面に形成され、各々第1及び第2の弾性表面波を励振する第1及び第2の入力電極と、前記基板の第1の面に形成され、前記第1及び第2の弾性表面波の相互作用によって生じた信号を取り出す出力電極とから成り、前記第1の面に対向する基板の第2の面を、第1の面に対して所定方向に沿って傾斜した面とした弾性表面波素子において、前記基板の出力電極が形成された領域の内、第1の面から第2の面までの基板の厚さが最も薄い地点における基板の厚さを $d$ 、この地点から所定方向に沿った出力電極の長さを $L$ 、第1の面に対する第2の面の傾斜角を $\theta$ としたときに、条件式 $\tan 2\theta \geq L/d$ を満足することを特徴とする弾性表面波素子。

【請求項2】 前記基板の第2の面が、第1及び第2の弾性表面波の伝搬方向に平行な方向に沿って傾斜した請求項1の弾性表面波素子。

【請求項3】 前記基板の第2の面が、第1及び第2の弾性表面波の伝搬方向と直交する方向に沿って傾斜した請求項1の弾性表面波素子。

【請求項4】 前記基板の第2の面が、互いに反対の傾斜を持った2つの面から構成された請求項1の弾性表面波素子。

【請求項5】 圧電性基板と、該基板の第1の面に形成され、各々第1及び第2の弾性表面波を励振する第1及び第2の入力電極と、前記基板の第1の面に形成され、前記第1及び第2の弾性表面波を互いに反対向きに伝搬させて、これらの弾性表面波の相互作用によって生じた第3の表面弾性波を励振する複数の導波路とから成る弾性表面波素子において、前記第1の面に対向する基板の第2の面を、第1の面に対して所定方向に沿って傾斜した面とし、前記基板の導波路が形成された領域の内、第1の面から第2の面までの基板の厚さが最も薄い地点における基板の厚さを $d$ 、この地点から所定方向に沿った導波路が形成された領域の長さを $L$ 、第1の面に対する第2の面の傾斜角を $\theta$ としたときに、条件式 $\tan 2\theta \geq L/d$ を満足することを特徴とする弾性表面波素子。

【請求項6】 前記基板の第2の面が、第1及び第2の弾性表面波の伝搬方向に平行な方向に沿って傾斜した請求項1の弾性表面波素子。

【請求項7】 前記基板の第2の面が、第1及び第2の弾性表面波の伝搬方向と直交する方向に沿って傾斜した請求項1の弾性表面波素子。

【請求項8】 前記基板の第2の面が、互いに反対の傾斜を持った2つの面から構成された請求項1の弾性表面波素子。

【請求項9】 圧電性基板と、該基板の第1の面に形成され、各々第1及び第2の弾性表面波を励振する第1及び第2の入力電極と、前記基板の第1の面に形成され、前記第1及び第2の弾性表面波を互いに反対向きに伝搬

させて、これらの弾性表面波の相互作用によって生じた第3の表面弾性波を励振する複数の導波路と、前記基板の第1の面に形成され、第3の弾性表面波を電気信号に変換して取り出す出力電極とから成る弾性表面波素子において、前記第1の面に対向する基板の第2の面を、第1の面に対して第3の弾性表面波の伝搬方向に沿って傾斜した面とし、前記基板の導波路及び出力電極が形成された領域の内、第1の面から第2の面までの基板の厚さが最も薄い地点における基板の厚さを $d$ 、この地点から第3の弾性表面波の伝搬方向に沿った導波路及び出力電極が形成された領域の長さを $L$ 、第1の面に対する第2の面の傾斜角を $\theta$ としたときに、条件式 $\tan 2\theta \geq L/d$ を満足することを特徴とする弾性表面波素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、圧電性基板上で2つの弾性表面波を互いに反対方向に伝搬させ、基板の物理的非線形効果を利用して、これらの弾性表面波の相互作用によって生じた信号を取り出すようにした弾性表面波素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】弾性表面波素子は、スペクトラム拡散通信を行なうにあたってのキーデバイスとして、近年、その重要性が増大しつつある。また、実時間信号処理デバイスとしての応用も多く、盛んに研究されている。

【0003】このような弾性表面波素子としては、図24に示すような弾性表面波コンボルバが知られている。この素子は、Yカット（Z伝搬）ニオブ酸リチウムなどの圧電性基板11上に櫛型入力電極12、13及び出力電極14を設けることによって構成されている。入力電極12、13に電気信号が入力されると、圧電性基板11に弾性表面波が励振され、これが出力電極14でコンボリューション信号として取り出される。

【0004】これらの電極は通常、アルミニウムなどの導電性材料を用いて、フォトリソグラフィーによるパターンニングによって形成される。

【0005】このような弾性表面波コンボルバを用いて、コンボリューション出力を取り出す場合には、まず、櫛型入力電極12、13に各々、搬送角周波数 $\omega$ の2つの信号を入力し、これらの電気信号を弾性表面波信号に変換する。そして、これらの弾性表面波を、圧電体基板11の表面で互いに反対方向に伝搬させ、基板の物理的非線形効果を利用して、出力電極14より搬送角周波数 $2\omega$ のコンボリューション信号をとりだす。

【0006】すなわち、2つの弾性表面波を

## 【0007】

## 【外1】

$$F(t - \frac{X}{V})e^{j(kx + \omega t)}, G(t + \frac{X}{V})e^{j(-kx + \omega t)}$$

とすると、基板上にはこの基板の非線形効果により、そ

の積である

【0008】

【外2】

$$F(t - \frac{X}{V})e \cdot G(t + \frac{X}{V})e^{2j\omega t}$$

$$S(t) = Ke^{2j\omega t} \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} F(t - \frac{X}{V}) \cdot G(t + \frac{X}{V}) \cdot dx \quad \dots(1)$$

で表わされる信号として取出される。ここで、積分範囲は相互作用長が信号長より大きい時実質上 $\pm\infty$ としてよく、

【0010】

【外4】

$$S(t) = -VKe^{2j\omega t} \int_{-\infty}^{\infty} F(t) \cdot G(2t - \tau) \cdot d\tau \quad \dots(2)$$

となり、前記信号は2つの弾性表面波のコンボリューションとなる。

【0012】このようなコンボリューションのメカニズムは、例えば「柴山、「弾性表面波の応用」テレビジョン、30 457 (1976)」などに詳述されている。

【0013】一方、上述のように基板表面を2つの表面波が互いに反対方向に伝搬するとき、基板の物理的非線形効果により、基板表面に垂直な方向に進行する搬送角周波数 $2\omega$ のバルク波が発生することが、ジャーナル・オブ・アプライド・フィジックス (Journal of Applied Physics) 第49巻、第12号、第5924～5927頁、1978年に記載されている。

【0014】このようなバルク波は、基板11の裏面で反射し、再び基板11の表面へもどってきて、一部は出力電極14より取り出される。更に一部は、基板11の表面で反射し、基板裏面方向へ伝搬し、再び裏面で反射してもどってくる。

【0015】このように、基板の裏面方向へ発生したバルク波は裏面で何度も反射をくり返し、その反射波の信号は出力電極14よりとりだされるため、コンボリューション信号に悪影響をおよぼしていた。

【0016】一方、上述のようなバルク面の基板裏面での反射による影響を抑える為に、基板を弾性表面波の伝搬方向にテーパ状となるように形成した弾性表面波素子が、アプライド・フィジックス・レターズ (Applied Physics Letters) 第15巻、第9号、第300～302頁、1969年において提案されている。

【0017】このような従来の素子の例を図25に示す。図25において図24と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0018】図25の素子において、圧電性基板15は、弾性表面波の伝搬方向に沿って、その厚さが変化し

の表面波が発生する。この信号は、一様な出力電極を設けることにより、電極領域内で積分され、相互作用領域長を1とすると、

【0009】

【外3】

$$\tau = (t - \frac{X}{V})$$

とすると、(1)式は

【0011】

【外5】

ている。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来例ではテーパの角度が小さく、基板の裏面で反射したバルク波のほとんどは出力電極の形成された領域にもどってくるため、反射バルク波によるコンボリューション信号への影響を完全になくすことはできなかった。

【0020】しかしながら、上記従来例ではテーパの角度が小さく、基板の裏面で反射したバルク波のほとんどは出力電極の形成された領域にもどってくるため、反射バルク波によるコンボリューション信号への影響を完全になくすことはできなかった。

【0021】本発明の目的は、基板の裏面で反射されたバルク波が、出力信号にほとんど影響しない弾性表面波素子を提供することにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】本発明の上記目的は、圧電性基板と、該基板の第1の面に形成され、各々第1及び第2の弾性表面波を励振する第1及び第2の入力電極と、前記基板の第1の面に形成され、前記第1及び第2の弾性表面波の相互作用によって生じた信号を取り出す出力電極とから成り、前記第1の面に対向する基板の第2の面の少なくとも一部を、第1の面に対して所定方向に沿って傾斜した面とした弾性表面波素子において、前記基板の出力電極が形成された領域の内、第1の面から第2の面までの基板の厚さが最も薄い地点における基板の厚さを $d$ 、この地点から所定方向に沿った出力電極の長さを $L$ 、第1の面に対する第2の面の傾斜角を $\theta$ としたときに、条件式 $\tan 2\theta \geq L/d$ を満足するように構成することによって達成される。

【0023】また本発明は、第1及び第2の弾性表面波を複数の導波路中を伝搬させ、この導波路からコンボリューション出力に対応する第3の弾性表面波を発生させる、所謂分割導波路型の弾性表面波素子にも適用が可能である。このような弾性表面波素子は、圧電性基板と、

該基板の第1の面に形成され、各々第1及び第2の弾性表面波を励振する第1及び第2の入力電極と、前記基板の第1の面に形成され、前記第1及び第2の弾性表面波を互いに反対向きに伝搬させて、これらの弾性表面波の相互作用によって生じた第3の表面弾性波を励振する複数の導波路とから成り、前記第1の面に対向する基板の第2の面の少なくとも一部を、第1の面に対して所定方向に沿って傾斜した面とし、前記基板の導波路が形成された領域の内、第1の面から第2の面までの基板の厚さが最も薄い地点における基板の厚さを $d$ 、この地点から所定方向に沿った導波路が形成された領域の長さを $L$ 、第1の面に対する第2の面の傾斜角を $\theta$ としたときに、条件式 $\tan 2\theta \geq L/d$ を満足するように構成される。

【0024】本発明の弾性表面波素子において、基板の第2の面の傾斜は、第1及び第2の弾性表面波の伝搬方向に平行な方向に沿って傾斜していても良いし、第1及び第2の弾性表面波の伝搬方向と直交する方向に沿って傾斜していても良い。また、本発明において、基板の第2の面を、互いに反対の傾斜を持った2つの面から構成しても良い。

【0025】本発明の弾性表面波素子によれば、出力電極または導波路で発生し、基板の裏面（第2の面）で反射されたバルク波は、再び基板表面（第1の面）に戻るときには、出力電極または導波路が形成された領域の外に到達するため、コンボリューション出力信号にほとんど影響しない。

【0026】

【実施例】図1は、本発明の弾性表面波素子の第1実施例を示す概略斜視図である。また、図2は図1の素子の線分A-A'に沿った略断面図である。

【0027】図1及び図2において、符号1は、Yカット（Z伝搬）ニオブ酸リチウムなどから成る圧電性基板を示す。また、符号2及び3は、それぞれ基板1の第1の面1-1上に形成された第1及び第2の楕形入力電極を示す。符号4は、第1の面1-1上の入力電極2及び3の間に設けられた出力電極を示す。入力電極2、3及び出力電極4は通常、アルミニウムなどの導電性材料を用いて、フォトリソグラフィによるパターンニングによって形成される。

【0028】本実施例の素子において、基板裏面、即ち入力電極などが形成された基板1の第1の面1-1に対向する第2の面1-2は、第1の面1-1に対して入力電極から励振される弾性表面波の伝搬方向（図ではx軸に平行な方向）に沿って傾斜している。この傾斜角を $\theta$ とし、出力電極4が形成された領域の内、第1の面から第2の面までの基板の厚さが最も薄い地点（a点）における基板1の厚さを $d$ 、a点からx軸方向に沿った出力電極の長さ（本実施例では出力電極全体の長さ）を $L$ とすると、本実施例の素子では、以下の（3）式の条件を

満足している。

$$\text{【0029】} \tan 2\theta \geq L/d \quad \dots (3)$$

このような弾性表面波素子において、第1の入力電極2に搬送角周波数 $\omega$ の第1の信号を入力すると、この電極2から第1の入力信号に対応した第1の弾性表面波が発生し、x軸の正方向に伝搬する。一方、第2の入力電極3に搬送角周波数 $\omega$ の第2の信号を入力すると、この電極3から第2の入力信号に対応した第2の弾性表面波が発生し、x軸の負方向に伝搬する。これら互いに反対方向に伝搬する第1及び第2の弾性表面波は、出力電極4が設けられた領域において相互作用を起こす。そして、基板1の物理的非線形効果によって、出力電極から第1及び第2の入力信号のコンボリューション信号に対応する、搬送角周波数 $2\omega$ の電気信号が取り出される。

【0030】上記のように電極4から信号を取り出しているとき、同時に弾性表面波の相互作用領域において、搬送角周波数 $2\omega$ のバルク波が生じ、第1の面1-1と垂直方向に伝搬する。このバルク波は、基板1の第2の面1-2で反射され、再び第1の面1-1に戻る。このとき、第2の面1-2は第1の面1-1に対して $\theta$ の角度を有しているため、バルク波は第1の面の法線に対して $2\theta$ の角度で反射される。ここで、前述のa点で発生したバルク波は、第2の面で反射されて、第1の面のb点に達する。a点からb点までの距離を $I$ とすると、 $\tan 2\theta = I/d$ から、 $I = d \tan 2\theta$ と求められる。a点から発生したバルク波が出力電極4に入力しない条件は $I \geq L$ であるから、 $d \tan 2\theta \geq L$ から上記（3）式の条件が導かれる。即ち、本実施例において、a点から発生したバルク波は出力電極に入力しない。また、出力電極のa点以外の部分で発生したバルク波は、b点よりもさらにx軸の正方向に遠い位置に到達するので、当然、出力電極には入力しない。このように、本実施例の弾性表面波素子においては、基板裏面で反射されたバルク波が出力電極に入力することがないため、高いSN比でコンボリューション出力信号を取り出すことができる。

【0031】図3は、本発明の弾性表面波素子の第2実施例を示す概略斜視図である。また、図4は図3の素子の線分B-B'に沿った略断面図である。図3及び図4において、図1及び図2と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0032】本実施例は、圧電性基板5が、入力電極から励振される弾性表面波の伝搬方向と直交する方向（y軸に平行な方向）に沿って傾斜している点のみ、第1実施例と異なる。

【0033】本実施例の素子において、基板裏面、即ち入力電極などが形成された基板5の第1の面5-1に対向する第2の面5-2は、第1の面5-1に対して $\theta$ の角度でy軸方向に沿って傾斜している。出力電極4が形成された領域の内、第1の面から第2の面までの基板の

厚さが最も薄い地点(c点)における基板5の厚さをd、c点からy軸方向に沿った出力電極の長さ(本実施例では出力電極の幅に対応する)をWとすると、本実施例の素子では、以下の(4)式の条件を満足している。

$$[0034] \tan 2\theta \geq W/d \quad \dots (4)$$

このような弾性表面波素子において、第1及び第2の入力電極2、3に搬送角周波数 $\omega$ の第1及び第2の信号をそれぞれ入力すると、これらの電極から第1及び第2の弾性表面波が励振される。これらの弾性表面波は、出力電極4が設けられた領域において相互作用を起こし、第1実施例と同様に電極4からコンボリューション出力信号が取り出される。

[0035] 上記のように電極4から信号を取り出しているとき、同時に弾性表面波の相互作用領域において、搬送角周波数 $2\omega$ のバルク波が生じ、第1の面5-1と垂直方向に伝搬する。このバルク波は、基板5の第2の面5-2で $2\theta$ の角度で反射され、再び第1の面5-1に戻る。ここで、c点で発生したバルク波は、第2の面で反射されて、第1の面のe点に達する。c点からe点までの距離をIとすると、 $\tan 2\theta = I/d$ から、 $I = d \tan 2\theta$ と求められる。c点から発生したバルク波が出力電極4に入力しない条件は $I \geq W$ であるから、 $d \tan 2\theta \geq W$ から上記(4)式の条件が導かれる。即ち、本実施例において、c点から発生したバルク波は出力電極に入力しない。また、出力電極のc点以外の部分で発生したバルク波は、e点よりもさらにy軸の負方向に遠い位置に到達するので、当然、出力電極には入力しない。このように、本実施例の弾性表面波素子においては、基板裏面で反射されたバルク波が出力電極に入力することがないため、第1実施例と同様に高いSN比でコンボリューション出力信号を取り出すことができる。更に、弾性表面波素子においては通常、出力電極の幅Wが長さLよりも短いので、本実施例は第1実施例に比して、上記の条件を満足するのに十分大きな角度 $\theta$ をとった場合にも、基板の厚さがそれほど厚くならないという利点を有している。

[0036] 図5は、本発明の弾性表面波素子の第3実施例を示す概略斜視図である。また、図6は図5の素子の線分C-C'に沿った略断面図である。図5及び図6において、図1及び図2と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

[0037] 本実施例は、圧電性基板6が、入力電極から励振される弾性表面波の伝搬方向(x軸に平行な方向)に沿って、ほぼ中央のf点から離れるにしたがって厚さが厚くなる逆テーパ状に形成されている点のみ、第1実施例と異なる。

[0038] 本実施例の素子において、基板裏面、即ち入力電極などが形成された基板6の第1の面6-1に対向する第2の面は、互いに反対の傾斜をもった2つの傾斜面6-2及び6-3から構成されている。これらの傾

斜面6-2及び6-3は、第1の面6-1に対してそれぞれ $\theta_1$ 及び $\theta_2$ の角度を有している。出力電極4が形成された領域の内、第1の面から第2の面までの基板の厚さが最も薄い地点(f点)における基板6の厚さをd、f点からx軸の正方向に沿った出力電極の長さを $L_1$ 、f点からx軸の負方向に沿った出力電極の長さを $L_2$ とすると、本実施例の素子では、以下の(5)及び(6)式の条件を満足している。

[0039]

$$\tan 2\theta_1 \geq L_1/d \quad \dots (5)$$

$$\tan 2\theta_2 \geq L_2/d \quad \dots (6)$$

このような弾性表面波素子において、第1及び第2の入力電極2、3に搬送角周波数 $\omega$ の第1及び第2の信号をそれぞれ入力すると、これらの電極から第1及び第2の弾性表面波が励振される。これらの弾性表面波は、出力電極4が設けられた領域において相互作用を起こし、第1実施例と同様に電極4からコンボリューション出力信号が取り出される。

[0040] 上記のように電極4から信号を取り出しているとき、同時に弾性表面波の相互作用領域において、搬送角周波数 $2\omega$ のバルク波が生じ、第1の面6-1と垂直方向に伝搬する。このバルク波の内、f点よりx軸の正方向の側で発生したバルク波は、傾斜面6-2で $2\theta_1$ の角度で反射され、再び第1の面6-1のg点に戻る。f点からg点までの距離を $I_1$ とすると、 $\tan 2\theta_1 = I_1/d$ から、 $I_1 = d \tan 2\theta_1$ と求められる。f点から発生したバルク波が出力電極4に入力しない条件は $I_1 \geq L_1$ であるから、 $d \tan 2\theta_1 \geq L_1$ から上記(5)式の条件が導かれる。同様に、f点よりx軸の負方向の側で発生したバルク波は、傾斜面6-3で $2\theta_2$ の角度で反射され、再び第1の面6-1のh点に戻る。f点からh点までの距離を $I_2$ とすると、 $I_2 = d \tan 2\theta_2$ 、 $I_2 \geq L_2$ から上記(6)式の条件が導かれる。即ち、本実施例において、出力電極のいずれの部分で発生したバルク波も、基板裏面で反射されて出力電極に戻ることはない。したがって、本実施例も、第1実施例と同様に高いSN比でコンボリューション出力信号を取り出すことができる。更に、本実施例では、出力電極の長さが同一であるとしても、(5)、(6)式の条件を満たす傾斜角を第1実施例の場合の半分にできるため、基板の厚さを薄くできる効果を有する。

[0041] なお、上記第3実施例では、出力電極のほぼ中央(f点)に屈曲部を設けたが、(5)、(6)式を満足すれば、中央からずれた位置に屈曲部を設けても良い。また、2つの傾斜面の第1の面に対する角度 $\theta_1$ 及び $\theta_2$ は、同一であっても、互いに異なっても構わない。

[0042] 図7は、本発明の弾性表面波素子の第4実施例を示す概略斜視図である。また、図8は図7の素子の線分D-D'に沿った略断面図である。図7及び図8

において、図1及び図2と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0043】本実施例は、圧電性基板7が、入力電極から励振される弾性表面波の伝搬方向と直交する方向（y軸に平行な方向）に沿って、出力電極4のほぼ中央のi点から離れるにしたがって厚さが厚くなる逆テーパ状に形成されている点のみ、第1実施例と異なる。

【0044】本実施例の素子において、基板裏面、即ち入力電極などが形成された基板7の第1の面7-1に対向する第2の面は、互いに反対の傾斜をもった2つの傾斜面7-2及び7-3から構成されている。これらの傾斜面7-2及び7-3は、第1の面7-1に対してそれぞれ $\theta_1$ 及び $\theta_2$ の角度を有している。出力電極4が形成された領域の内、第1の面から第2の面までの基板の厚さが最も薄い地点（i点）における基板7の厚さをd、i点からy軸の負方向に沿った出力電極の長さ（本実施例では出力電極の幅Wの半分の相当する）を $W_1$ 、i点からy軸の正方向に沿った出力電極の長さを $W_2$ とすると、本実施例の素子では、以下の（7）及び（8）式の条件を満足している。

【0045】

$$\tan 2\theta_1 \geq W_1 / d \quad \cdots (7)$$

$$\tan 2\theta_2 \geq W_2 / d \quad \cdots (8)$$

このような弾性表面波素子において、第1及び第2の入力電極2、3に搬送角周波数 $\omega$ の第1及び第2の信号をそれぞれ入力すると、これらの電極から第1及び第2の弾性表面波が励振される。これらの弾性表面波は、出力電極4が設けられた領域において相互作用を起こし、第1実施例と同様に電極4からコンボリューション出力信号が取り出される。

【0046】上記のように電極4から信号を取り出しているとき、同時に弾性表面波の相互作用領域において、搬送角周波数 $2\omega$ のバルク波が生じ、第1の面7-1と垂直方向に伝搬する。このバルク波の内、i点よりy軸の負方向の側で発生したバルク波は、傾斜面7-2で $2\theta_1$ の角度で反射され、再び第1の面7-1のj点に戻る。i点からj点までの距離を $I_1$ とすると、 $\tan 2\theta_1 = I_1 / d$ から、 $I_1 = d \tan 2\theta_1$ と求められる。f点から発生したバルク波が出力電極4に入力しない条件は $I_1 \geq W_1$ であるから、 $d \tan 2\theta_1 \geq W_1$ から上記（7）式の条件が導かれる。同様に、i点よりy軸の正方向の側で発生したバルク波は、傾斜面7-3で $2\theta_2$ の角度で反射され、再び第1の面7-1のk点に戻る。i点からk点までの距離を $I_2$ とすると、 $I_2 = d \tan 2\theta_2$ 、 $I_2 \geq W_2$ から上記（8）式の条件が導かれる。即ち、本実施例において、出力電極のいずれの部分で発生したバルク波も、基板裏面で反射されて出力電極に戻ることはない。したがって、本実施例も、第1実施例と同様に高いSN比でコンボリューション出力信号を取り出すことができる。更に、本実施例では、

出力電極の長さが同一であるとしても、（7）、（8）式の条件を満たす傾斜角を第2実施例の場合の半分にできるため、基板の厚さを更に薄くできる効果を有する。

【0047】なお、上記第4実施例では、出力電極の幅方向のほぼ中央（i点）に屈曲部を設けたが、（7）、（8）式を満足すれば、中央からずれた位置に屈曲部を設けても良い。また、2つの傾斜面の第1の面に対する角度 $\theta_1$ 及び $\theta_2$ は、同一であっても、互いに異なっても構わない。

【0048】以上説明した第1～第4実施例は、入力電極の間に出力電極を設けたものであったが、電極の間に複数の導波路を設けることによって、コンボリューション信号の出力効率を更に向上させた弾性表面波素子が、「中川他、電子通信学会論文誌'86/2, Vol. j69-C, No. 2, p190～198」などで提案されている。本発明は、このような所謂分割導波路型の素子にも適用が可能である。以下に本発明の分割導波路型の実施例を示す。

【0049】図9は、本発明の弾性表面波素子の第5実施例を示す概略斜視図である。また、図10は図9の素子の線分E-E'に沿った略断面図である。

【0050】図9及び図10において、符号21は、128°回転Yカット（X伝搬）ニオブ酸リチウムなどから成る圧電性基板を示す。また、符号22及び23は、それぞれ基板21の第1の面21-1上に形成された第1及び第2の櫛形入力電極を示す。符号24-1, 24-2, 24-3, ..., 24-nは、第1の面21-1上の入力電極22及び23の間に互いに平行に配列された複数の弾性表面波導波路を示す。これらの導波路は、各々の長手方向が、入力電極から励振される弾性表面波の伝搬方向（x軸に平行な方向）に一致している。また、これらの導波路の配列ピッチ（導波路の幅方向の中心間の距離）は、これらの導波路より発生する弾性表面波の波長と等しくなるように形成されている。これらの導波路からy軸方向に適宜距離離れた位置には、櫛形出力電極25が形成されている。

【0051】入力電極22、23及び出力電極25は通常、アルミニウム、銀、金などの導電性材料を用いて、フォトリソグラフィによるパターンニングによって形成される。導波路24-1, 24-2, 24-3, ..., 24-nに関しては、柴山乾夫監修「弾性表面波工学」電子通信学会、82～102頁に詳しく述べられており、薄膜導波路やトポグラフィック導波路などの種類がある。本発明においては、基板表面をアルミニウム、銀、金等の導電体で被覆した $\Delta v/v$ 導波路が用いられるのが好ましい。

【0052】本実施例の素子において、基板裏面、即ち入力電極などが形成された基板21の第1の面21-1に対向する第2の面21-2は、第1の面21-1に対して入力電極から励振される弾性表面波の伝搬方向（図ではx軸に平行な方向）に沿って傾斜している。この傾



斜角を $\theta$ とし、導波路24-1~24-nが形成された領域28の内、第1の面から第2の面までの基板の厚さが最も薄い地点(1点)における基板21の厚さを $d$ 、1点から $x$ 軸方向に沿った導波路が形成された領域28の長さ(本実施例では導波路の長手方向の長さに一致する)を $L$ とすると、本実施例の素子では、以下の(9)式の条件を満足している。

$$\text{【0053】 } \tan 2\theta \geq L/d \quad \dots (9)$$

このような弾性表面波素子において、第1の入力電極22に搬送角周波数 $\omega$ の第1の信号を入力すると、この電極22から第1の入力信号に対応した第1の弾性表面波が発生し、各導波路24-1~24-n中を $x$ 軸の正方向に伝搬する。一方、第2の入力電極23に搬送角周波数 $\omega$ の第2の信号を入力すると、この電極23から第2の入力信号に対応した第2の弾性表面波が発生し、各導波路24-1~24-n中を $x$ 軸の負方向に伝搬する。これら互いに反対方向に伝搬する第1及び第2の弾性表面波は、導波路24-1~24-nにおいて基板21の物理的非線形効果によるパラメトリック・ミキシング現象により、 $y$ 方向に伝搬する搬送角周波数 $2\omega$ の第3の弾性表面波を励振する。この第3の弾性表面波は、出力電極25で電気信号に変換され、出力電極から第1及び第2の入力信号のコンボリューション信号として出力される。

【0054】上記のように出力電極25から信号を取り出しているとき、同時に導波路が設けられた領域において、搬送角周波数 $2\omega$ のバルク波が生じ、第1の面21-1と垂直方向に伝搬する。このバルク波は、基板1の第2の面21-2で反射され、再び第1の面21-1に戻る。このとき、第2の面21-2は第1の面21-1に対して $\theta$ の角度を有しているため、バルク波は第1の面の法線に対して $2\theta$ の角度で反射される。ここで、前述の1点で発生したバルク波は、第2の面で反射されて、第1の面の $m$ 点に達する。1点から $m$ 点までの距離を $I$ とすると、 $\tan 2\theta = I/d$ から、 $I = d \tan 2\theta$ と求められる。1点から発生したバルク波が導波路24-1~24-nに入力しない条件は $I \geq L$ であるから、 $d \tan 2\theta \geq L$ から上記(9)式の条件が導かれる。即ち、本実施例において、1点から発生したバルク波は導波路に入力しない。また、導波路の1点以外の部分で発生したバルク波は、 $m$ 点よりもさらに $x$ 軸の正方向に遠い位置に到達するので、当然、導波路には入力しない。このように、本実施例の弾性表面波素子においては、基板裏面で反射されたバルク波が導波路に入力することがないため、バルク波が第3の弾性表面波に影響を及ぼさず、高いSN比でコンボリューション出力信号を取り出すことができる。

【0055】図11は、本発明の弾性表面波素子の第6実施例を示す概略斜視図である。また、図12は図11の素子の線分F-F'に沿った略断面図である。図11

及び図12において、図9及び図10と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0056】本実施例は、圧電性基板25が、入力電極から励振される弾性表面波の伝搬方向と直交する方向( $y$ 軸に平行な方向)に沿って傾斜している点のみ、第4実施例と異なる。

【0057】本実施例の素子において、基板裏面、即ち入力電極などが形成された基板26の第1の面26-1に対向する第2の面26-2は、第1の面26-1に対して $\theta$ の角度で $y$ 軸方向に沿って傾斜している。導波路形成された領域27の内、第1の面から第2の面までの基板の厚さが最も薄い地点( $o$ 点)における基板26の厚さを $d$ 、 $o$ 点から $y$ 軸方向に沿った領域27の長さを $W$ とすると、本実施例の素子では、以下の(10)式の条件を満足している。

$$\text{【0058】 } \tan 2\theta \geq W/d \quad \dots (10)$$

このような弾性表面波素子において、第1及び第2の入力電極22、23に搬送角周波数 $\omega$ の第1及び第2の信号をそれぞれ入力すると、これらの電極から第1及び第2の弾性表面波が励振される。これらの弾性表面波は、導波路24-1~24-nにおいて相互作用を起こし第3の弾性表面波を発生させる。そして、この第3の弾性表面波を出力電極25で受信することによって、第5実施例と同様にコンボリューション出力信号が取り出される。

【0059】上記のように電極25から信号を取り出しているとき、同時に弾性表面波の相互作用領域において、搬送角周波数 $2\omega$ のバルク波が生じ、第1の面26-1と垂直方向に伝搬する。このバルク波は、基板26の第2の面26-2で $2\theta$ の角度で反射され、再び第1の面26-1に戻る。ここで、 $o$ 点で発生したバルク波は、第2の面で反射されて、第1の面の $p$ 点に達する。 $o$ 点から $p$ 点までの距離を $I$ とすると、 $\tan 2\theta = I/d$ から、 $I = d \tan 2\theta$ と求められる。 $o$ 点から発生したバルク波が導波路に入力しない条件は $I \geq W$ であるから、 $d \tan 2\theta \geq W$ から上記(10)式の条件が導かれる。即ち、本実施例において、 $o$ 点から発生したバルク波は導波路に入力しない。また、導波路の $o$ 点以外の部分で発生したバルク波は、 $p$ 点よりもさらに $y$ 軸の正方向に遠い位置に到達するので、当然、導波路には入力しない。このように、本実施例の弾性表面波素子においては、基板裏面で反射されたバルク波が導波路に入力することがないため、第5実施例と同様に高いSN比でコンボリューション出力信号を取り出すことができる。更に、弾性表面波素子においては通常、導波路が形成された領域の幅 $W$ が導波路の長さ $L$ よりも短いので、本実施例は第5実施例に比して、上記の条件を満足するのに十分大きな角度 $\theta$ をとった場合にも、基板の厚さがそれほど厚くならないという利点を有している。

【0060】図13は、上記第6実施例を変形した本発

明の第7実施例を示す略断面図である。図13において、図12と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0061】本実施例は、基板26の第2の面26-2が、第1の面26-1に対して $\theta'$ の角度を有している点のみ、第6実施例と異なる。この傾斜角 $\theta'$ は、第1の面26-1の導波路24-1~24-n及び出力電極25が設けられた領域の、基板の厚さが最も薄い地点(o点)からのy軸方向の長さをWとすると、以下の(11)式の条件を満足している。

$$\tan 2\theta' \geq W'/d \quad \dots (11)$$

ここで $W'$ は、導波路が設けられた領域27の幅をW、この領域27から出力電極までのy軸方向の距離をw、出力電極のy軸方向の幅を $w'$ とすると、 $W' = W + w + w'$ と表される。

【0063】本実施例では、(11)式の条件を満足するため、導波路で発生したバルク波は、出力電極25よりy軸の正方向に更に外側の位置(q点よりも外側の位置)で第1の面26-1に到達する。このため、導波路に戻るバルク波の影響をなくす第6実施例と同様の効果に加えて、以下の2つの効果が得られる。1) 基板裏面で反射されたバルク波が直接出力電極25に入射して、出力信号に悪影響を及ぼすのを防止する。2) 基板裏面で反射されたバルク波が、導波路と出力電極25との間の基板面において弾性表面波に変換され、この弾性表面波が出力電極で受信されてノイズを発生するのを防止する。

【0064】図14は、上記第6実施例を変形した本発明の第8実施例を示す略断面図である。図14において、図12と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0065】本実施例は、出力電極が、導波路に対してバルク波が反射される方向(y軸の正方向)と反対方向の側の設けられている点のみ、第6実施例と異なる。導波路で励振された第3の弾性表面波は、導波路の両側(y軸の正方向および負方向)に伝搬するので、本実施例においても第6実施例と全く同様に、出力電極25からコンボリューション信号が取り出される。また、基板の第2の面の角度 $\theta$ が、(10)式を満足するように設けられているため、バルク波が導波路に戻らず、高いSN比でコンボリューション信号を検出することができる。また、出力電極に直接入力するバルク波および基板の第1の面で弾性表面波に変換されたバルク波が、出力電極に入力することもないので、更に第7実施例と同様の効果が得られる。

【0066】図15は、本発明の弾性表面波素子の第9実施例を示す概略斜視図である。また、図16は図15の素子の線分G-G'に沿った略断面図である。図15及び図16において、図9及び図10と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0067】本実施例は、圧電性基板29が、入力電極から励振される弾性表面波の伝搬方向(x軸に平行な方向)に沿って、ほぼ中央のr点から離れるにしたがって厚さが厚くなる逆テーパ状に形成されている点のみ、第5実施例と異なる。

【0068】本実施例の素子において、基板裏面、即ち入力電極などが形成された基板29の第1の面29-1に対向する第2の面は、互いに反対の傾斜をもった2つの傾斜面29-2及び29-3から構成されている。これらの傾斜面29-2及び29-3は、第1の面29-1に対してそれぞれ $\theta_1$ 及び $\theta_2$ の角度を有している。導波路が形成された領域28の内、第1の面から第2の面までの基板の厚さが最も薄い地点(r点)における基板29の厚さをd、r点からx軸の正方向に沿った領域28の長さ(導波路の長さ)を $L_1$ 、r点からx軸の負方向に沿った領域28の長さを $L_2$ とすると、本実施例の素子では、以下の(12)及び(13)式の条件を満足している。

【0069】

$$\tan 2\theta_1 \geq L_1/d \quad \dots (12)$$

$$\tan 2\theta_2 \geq L_2/d \quad \dots (13)$$

このような弾性表面波素子において、第1及び第2の入力電極22、23に搬送角周波数 $\omega$ の第1及び第2の信号をそれぞれ入力すると、これらの電極から第1及び第2の弾性表面波が励振される。これらの弾性表面波は、導波路24-1~24-nを互いに反対方向に伝搬し、第3の弾性表面波を発生する。そして、この第3の弾性表面波を出力電極25で受信することによって、第5実施例と同様にコンボリューション出力信号が取り出される。

【0070】上記のようにコンボリューション出力信号を取り出しているとき、同時に導波路が形成された領域28において、搬送角周波数 $2\omega$ のバルク波が生じ、第1の面29-1と垂直方向に伝搬する。このバルク波の内、r点よりx軸の正方向の側で発生したバルク波は、傾斜面29-2で $2\theta_1$ の角度で反射され、再び第1の面29-1のs点に戻る。r点からs点までの距離を $I_1$ とすると、 $\tan 2\theta_1 = I_1/d$ から、 $I_1 = d \tan 2\theta_1$ と求められる。r点から発生したバルク波が導波路に入力しない条件は $I_1 \geq L_1$ であるから、 $d \tan 2\theta_1 \geq L_1$ から上記(12)式の条件が導かれる。同様に、r点よりx軸の負方向の側で発生したバルク波は、傾斜面29-3で $2\theta_2$ の角度で反射され、再び第1の面29-1のt点に戻る。r点からt点までの距離を $I_2$ とすると、 $I_2 = d \tan 2\theta_2$ 、 $I_2 \geq L_2$ から上記(13)式の条件が導かれる。即ち、本実施例において、出力電極のいずれの部分で発生したバルク波も、基板裏面で反射されて出力電極に戻ることはない。したがって、本実施例も、第5実施例と同様に高いSN比でコンボリューション出力信号を取り出すことが

できる。更に、本実施例では、出力電極の長さが同一であるとしても、(12)、(13)式の条件を満たす傾斜角を第5実施例の場合の半分にできるため、基板の厚さを薄くできる効果を有する。

【0071】なお、上記第9実施例では、出力電極の長手方向のほぼ中央(r点)に屈曲部を設けたが、(12)、(13)式を満足すれば、中央からずれた位置に屈曲部を設けても良い。また、2つの傾斜面の第1の面に対する角度 $\theta_1$ 及び $\theta_2$ は、同一であっても、互いに異なっても構わない。

【0072】図17は、本発明の弾性表面波素子の第10実施例を示す概略斜視図である。また、図18は図17の素子の線分H-H'に沿った略断面図である。図17及び図18において、図9及び図10と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0073】本実施例は、圧電性基板30が、入力電極から励振される弾性表面波の伝搬方向と直交する方向(y軸に平行な方向)に沿って、導波路が形成された領域27のほぼ中央のu点から離れるにしたがって厚さが厚くなる逆テーパ状に形成されている点のみ、第5実施例と異なる。

【0074】本実施例の素子において、基板裏面、即ち入力電極などが形成された基板30の第1の面30-1に対向する第2の面は、互いに反対の傾斜をもった2つの傾斜面30-2及び30-3から構成されている。これらの傾斜面30-2及び30-3は、第1の面30-1に対してそれぞれ $\theta_1$ 及び $\theta_2$ の角度を有している。領域27の内、第1の面から第2の面までの基板の厚さが最も薄い地点(u点)における基板30の厚さをd、u点からy軸の負方向に沿った領域27の長さを $W_1$ 、u点からy軸の正方向に沿った領域27の長さを $W_2$ とすると、本実施例の素子では、以下の(14)及び(15)式の条件を満足している。

【0075】

$$\tan 2\theta_1 \geq W_1 / d \quad \dots (14)$$

$$\tan 2\theta_2 \geq W_2 / d \quad \dots (15)$$

このような弾性表面波素子において、第1及び第2の入力電極22、23に搬送角周波数 $\omega$ の第1及び第2の信号をそれぞれ入力すると、これらの電極から第1及び第2の弾性表面波が励振される。これらの弾性表面波は、導波路24-1～24-nを互いに反対方向に伝搬し、第3の弾性表面波を発生する。そして、この第3の弾性表面波を出力電極25で受信することによって、第5実施例と同様にコンボリューション出力信号が取り出される。

【0076】上記のようにコンボリューション出力信号を取り出しているとき、同時に導波路が形成された領域27において、搬送角周波数 $2\omega$ のバルク波が生じ、第1の面30-1と垂直方向に伝搬する。このバルク波の内、u点よりy軸の正方向の側で発生したバルク波は、

傾斜面30-2で $2\theta_1$ の角度で反射され、再び第1の面30-1のv点に戻る。u点からv点までの距離を $I_1$ とすると、 $\tan 2\theta_1 = I_1 / d$ から、 $I_1 = d \tan 2\theta_1$ と求められる。u点から発生したバルク波が導波路に入力しない条件は $I_1 \geq W_1$ であるから、 $d \tan 2\theta_1 \geq W_1$ から上記(14)式の条件が導かれる。同様に、u点よりy軸の負方向の側で発生したバルク波は、傾斜面30-3で $2\theta_2$ の角度で反射され、再び第1の面30-1のw点に戻る。u点からw点までの距離を $I_2$ とすると、 $I_2 = d \tan 2\theta_2$ 、 $I_2 \geq W_2$ から上記(15)式の条件が導かれる。即ち、本実施例において、出力電極のいずれの部分で発生したバルク波も、基板裏面で反射されて出力電極に戻ることは無い。したがって、本実施例も、第5実施例と同様に高いSN比でコンボリューション出力信号を取り出すことができる。更に、本実施例では、出力電極の長さが同一であるとしても、(14)、(15)式の条件を満たす傾斜角を第6実施例の場合の半分にできるため、基板の厚さを更に薄くできる効果を有する。

【0077】なお、上記第10実施例では、導波路が形成された領域27の幅方向のほぼ中央(u点)に屈曲部を設けたが、(14)、(15)式を満足すれば、中央からずれた位置に屈曲部を設けても良い。また、2つの傾斜面の第1の面に対する角度 $\theta_1$ 及び $\theta_2$ は、同一であっても、互いに異なっても構わない。

【0078】以上説明した第1～第10実施例において、基板の第2の面は全面、第1の面に対して傾斜したものとしたが、第1の面の出力電極または導波路が形成された領域に対向する第2の面の一部のみを傾斜面とし、第2の面の他の部分は第1の面と平行に形成しても良い。このような構成とすると、第1～第10実施例よりも基板の厚さを薄くすることができ、また、基板の保持が容易になるため、基板上に電極等を作成する過程において基板が扱い易く、素子を通信システムの装置内に取りつけるのも簡単になる。

【0079】なお、図1～図18に記載されている座標軸は、便宜上付記したものであり、基板の結晶軸等を意味するものではない。

【0080】図19は、以上説明したような弾性表面波素子をコンボルバとして用いた通信システムの一例を示すブロック図である。図19において、符号125は送信機を示す。この送信機は、送信すべき信号をスペクトラム拡散して、アンテナ126より送信する。送信された信号は、受信機124のアンテナ120で受信され、受信信号101は周波数変換回路102に入力される。周波数変換回路102で弾性表面波コンボルバの入力周波数に合う周波数に変換されたIF信号103は、図1～図18に示したような本発明の弾性表面波素子から成るコンボルバ104に入力される。ここで、IF信号103は、コンボルバの一方の入力励振電極、例えば図1

の電極2に入力される。

【0081】一方、参照信号発生回路105から出力される参照信号106は、弾性表面波コンボルバ104の他方の入力励振電極、例えば図1の電極3に入力される。そして、コンボルバ104では、先に説明したようにIF信号103と参照信号106とのコンボリューション演算（相関演算）が行われ、出力トランスデューサ、例えば図1の出力電極4より、出力信号（コンボリューション信号）109が出力される。

【0082】この出力信号109は、同期回路108に入力される。同期回路108では、弾性表面波コンボルバ104の出力信号109より同期信号111および112が作られてそれぞれ参照信号発生回路105および逆拡散回路107に入力される。参照信号発生回路105では、同期信号111を用いて参照信号106をそのタイミングを調整して出力する。逆拡散回路107では同期信号112を用いてIF信号103をスペクトラム拡散される前の信号に戻す。この信号は復調回路110にて情報信号に変換されて出力される。図20に逆換算回路107の構成例を示す。図20において、121は符号発生器、123は乗算器である。符号発生器121には、同期回路108から出力される同期信号112が入力され、この同期信号112によってタイミングを調節された符号122が出力される。乗算器123にはIF信号103と符号122が入力され、IF信号103と符号122との乗算結果が出力される。この時、IF信号103と符号122とのタイミングが合っていれば、IF信号103はスペクトラム拡散される前の信号に変換されて出力される。

【0083】尚、受信信号101の周波数が弾性表面波コンボルバ104の入力周波数に合っている場合には、周波数変換回路102は不要であり、受信信号101を増幅器およびフィルタを通して直接、弾性表面波コンボルバ104に入力して良い。また図19では説明をわかりやすくするために増幅器やフィルタを省略して記したが、必要に応じて各ブロックの前段あるいは後段に増幅器やフィルタを挿入しても良い。更に、本実施例では受信信号をアンテナ120にて受信しているが、アンテナ120を用いずに送信機と受信機とをケーブルなどの有線系で直接接続しても良い。

【0084】図21は、図19の通信システムにおける

$$f(t) \exp(j\theta) g(\tau-t) dt = \exp(j\theta) f(t) g(\tau-t) dt \dots (16)$$

となり、位相変調の情報が現われる。したがって、弾性表面波素子104の出力109を適切な検波回路115に通すことにより復調することができる。

【0091】図23は、図19の通信システムにおける受信機124の第3の変形例を示すブロック図である。図23において、図22と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

受信機124の第1の変形例を示すブロック図である。図21において、図19と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0085】本例は、同期追従回路113が設けられ、IF信号103が同期追従回路113にも入力されている。また、同期回路108から出力される同期信号112は同期追従回路113に入力され、同期追従回路113から出力される同期信号114が逆拡散回路107に入力されている。これらの点で図19の例と異なる。同期追従回路としては、タウ・ディザループ回路や遅延ロックループ回路などがあるが、そのいずれを用いても良い。

【0086】本実施例においても図19の例と同様の作用効果が得られるが、更に本実施例では同期回路108にて大まかな同期を取った後に、同期追従回路113により更に精度良く同期を取り、同期追従を行うので、同期はずれが起これにくくなり、誤り率を下げることができる。

【0087】図22は、図19の通信システムにおける受信機124の第2の変形例を示すブロック図である。図22において、図19と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0088】本例では、弾性表面波コンボルバ104からの出力を検波回路115に入力し、検波回路115の出力により復調を行っている。検波回路115としては、同期検波回路や遅延検波回路、包絡線検波回路があり、信号の変調方式などにより使い分けることができる。

【0089】今、受信信号101が位相変調、周波数変調、振幅変調などのある変調がなされた信号とすると、弾性表面波コンボルバ104からの出力109には、それらの変調情報が反映されている。特に、弾性表面波コンボルバ104の導波路の長さdが、受信信号101のデータ1ビット当たりの時間T、弾性表面波速度をvとして、 $d = vT$ を満たすならば、出力109に変調情報がそのまま現われる。例えば、位相変調された信号  $f(t) \exp(j\theta)$  が送信され、この信号を受信信号101として受信したとする。

【0090】この際、参照信号  $g(t)$  106を弾性表面波素子104に入力すると、その出力109は

【0092】本例では、同期回路108が設けられ、弾性表面波コンボルバ104の出力109が同期回路108にも入力されている。また、同期回路108から同期信号111が出力されて参照信号発生回路105に入力されている。これらの点で図22の例と異なる。

【0093】本実施例においても、図22の例と同様の作用効果が得られるが、本実施例では同期回路108を

設け、同期回路108から出力される同期信号111によって参照信号発生回路105を制御しているので、同期を安定に取ることができる。

【0094】本発明は、以上説明した実施例の他にも種々の応用が可能である。

【0095】例えば、上記第1～第3実施例における楕形入力電極2、3をダブル電極（スプリット電極）とすることにより、これらの入力電極2、3における弾性表面波の反射を抑圧でき、素子の特性をより一層良好なものにすることができる。

【0096】さらに、本発明において、基板はニオブ酸リチウム等の圧電体単結晶に限定されるものではなく、例えば半導体やガラス基板上に圧電膜を付加した構造等、パラメトリック・ミキシング効果がある材料及び構造であればよい。

【0097】また、上記第1、第2実施例では、入力電極にて励振される弾性表面波をそのまま出力電極に導いているが、該入力電極と該出力電極との間にホーン型導波路やマルテストリップカプラ等のビーム幅圧縮器を設けてもよい。

【0098】また、上記第5～第10実施例において、出力電極は弾性表面波導波路の片側のみに形成した構成を示したが、導波路の両側に形成し、2つの出力電極からの出力を合成することで2倍のコンボリューション出力を得ることができる。

【0099】

【発明の効果】以上説明したように本発明の弾性表面波素子は、基板の弾性表面波が伝搬される第1の面に対向する第2の面の少なくとも一部を角度 $\theta$ で所定方向に傾斜した面とし、出力電極または導波路が形成された領域の内、基板の厚さが最も薄い地点における基板の厚さを $d$ 、この地点から所定方向に沿った出力電極または導波路が形成された領域の長さを $L$ としたときに、条件式 $\tan 2\theta \geq L/d$ を満足するように構成したので、基板の第2面で反射されたバルク波が出力電極または導波路に入射するのを防止し、高いSN比で出力信号を取り出せる効果が得られた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の弾性表面波素子の第1実施例を示す概略斜視図である。

【図2】図1の素子の線分A-A'に沿った略断面図である。

【図3】本発明の弾性表面波素子の第2実施例を示す概略斜視図である。

【図4】図3の素子の線分B-B'に沿った略断面図である。

【図5】本発明の弾性表面波素子の第3実施例を示す概略斜視図である。

【図6】図5の素子の線分C-C'に沿った略断面図である。

【図7】本発明の弾性表面波素子の第4実施例を示す概略斜視図である。

【図8】図7の素子の線分D-D'に沿った略断面図である。

【図9】本発明の弾性表面波素子の第5実施例を示す概略斜視図である。

【図10】図9の素子の線分E-E'に沿った略断面図である。

【図11】本発明の弾性表面波素子の第6実施例を示す概略斜視図である。

【図12】図11の素子の線分F-F'に沿った略断面図である。

【図13】本発明の弾性表面波素子の第7実施例を示す略断面図である。

【図14】本発明の弾性表面波素子の第8実施例を示す略断面図である。

【図15】本発明の弾性表面波素子の第9実施例を示す概略斜視図である。

【図16】図11の素子の線分G-G'に沿った略断面図である。

【図17】本発明の弾性表面波素子の第10実施例を示す概略斜視図である。

【図18】図11の素子の線分H-H'に沿った略断面図である。

【図19】本発明の弾性表面波素子を用いた通信システムの一例を示すブロック図である。

【図20】図19の逆拡散回路の具体的構成例を示すブロック図である。

【図21】図19の受信機の変形例を示すブロック図である。

【図22】図19の受信機の変形例を示すブロック図である。

【図23】図19の受信機の変形例を示すブロック図である。

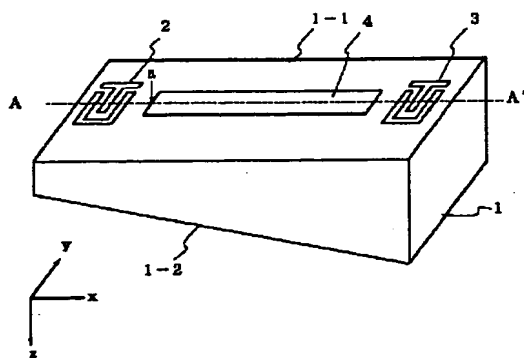
【図24】従来の弾性表面波素子の第1の例を示す概略斜視図である。

【図25】従来の弾性表面波素子の第2の例を示す概略斜視図である。

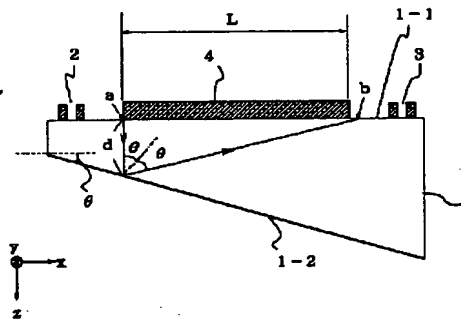
【符号の説明】

- 1 圧電性基板
- 1-1 基板の第1の面
- 1-2 基板の第2の面
- 2 第1の入力電極
- 3 第2の入力電極
- 4 出力電極

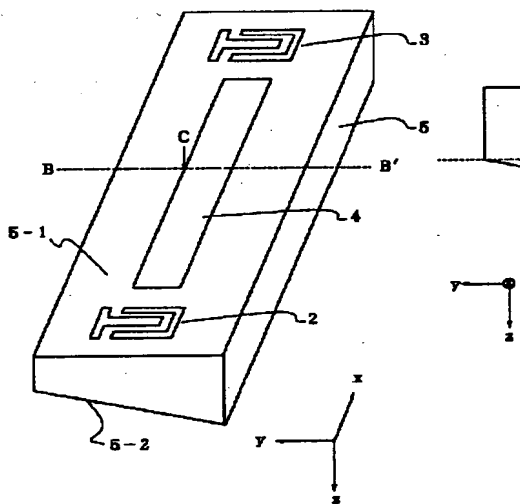
【図1】



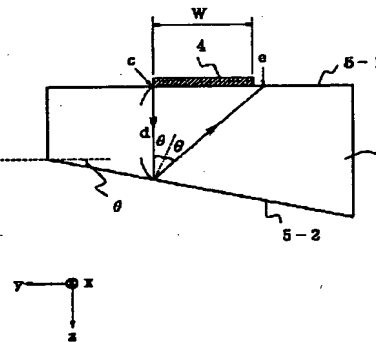
【図2】



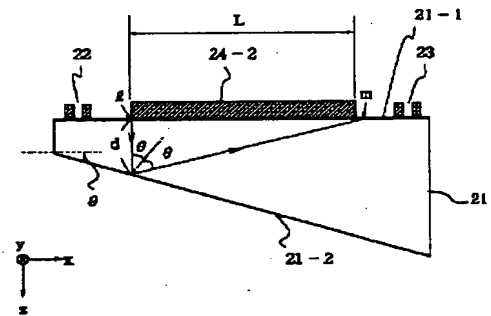
【図3】



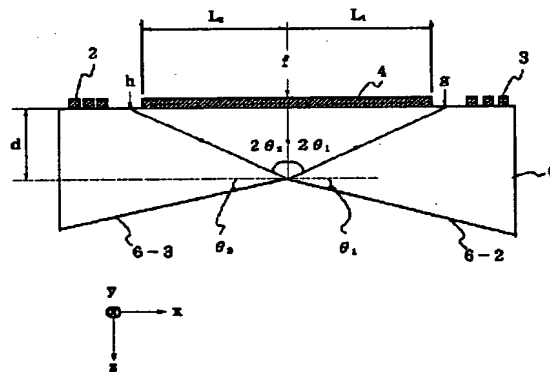
【図4】



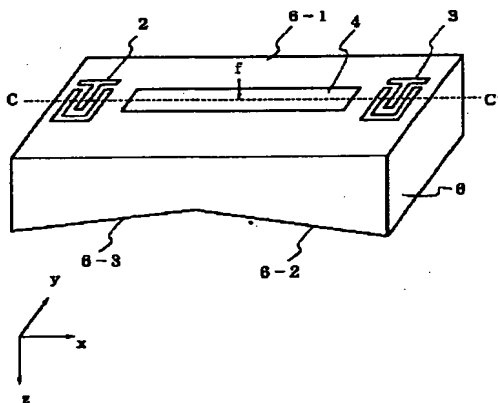
【図10】



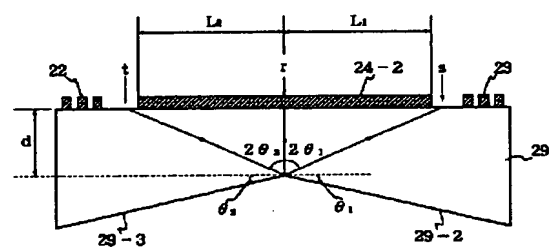
【図6】



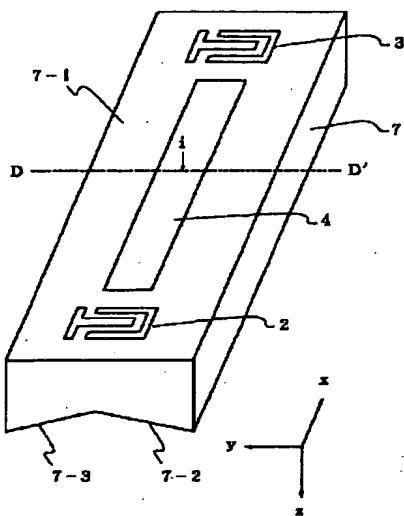
【図5】



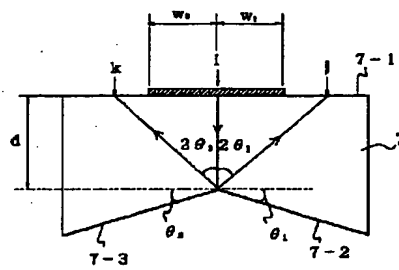
【図16】



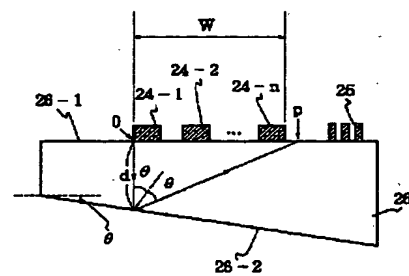
【図7】



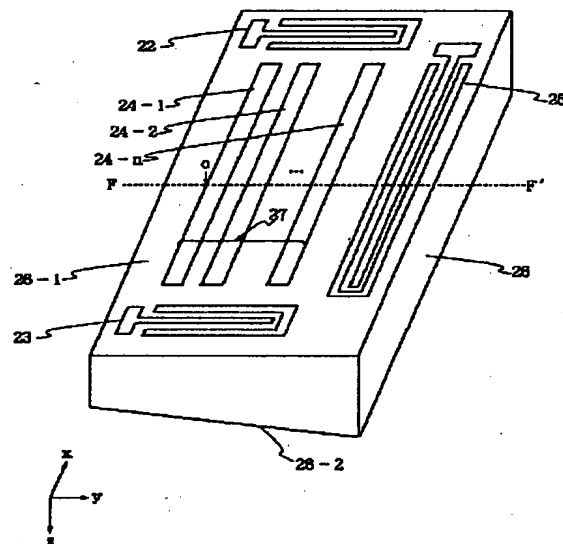
【図8】



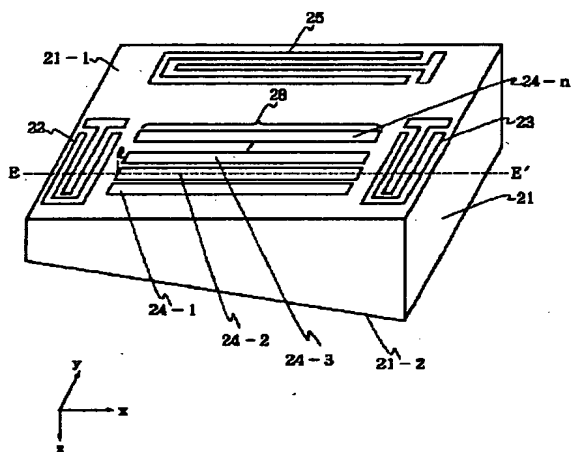
【図12】



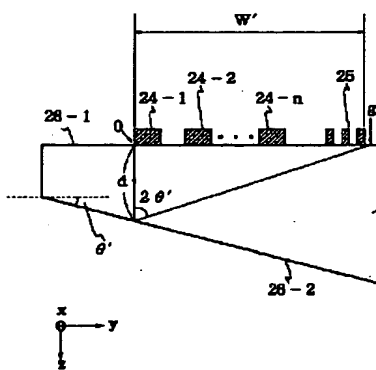
【図11】



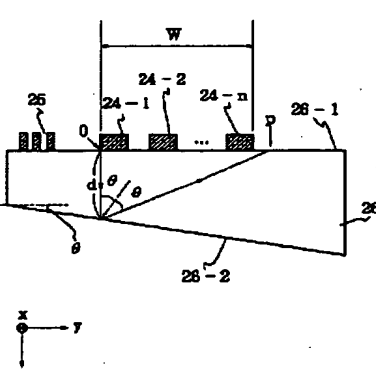
【図9】



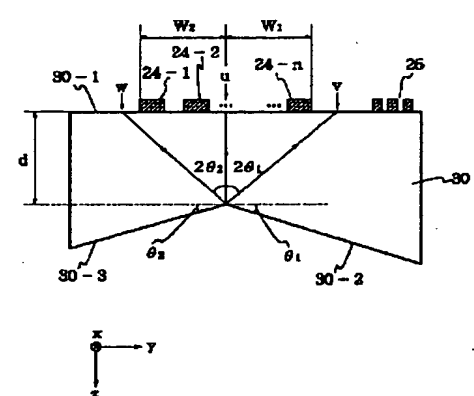
【図13】



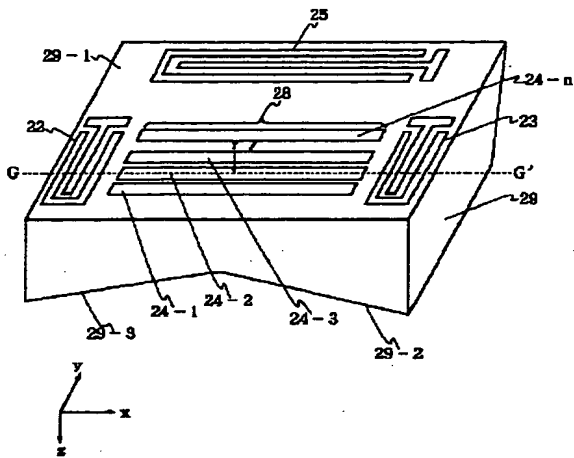
【図14】



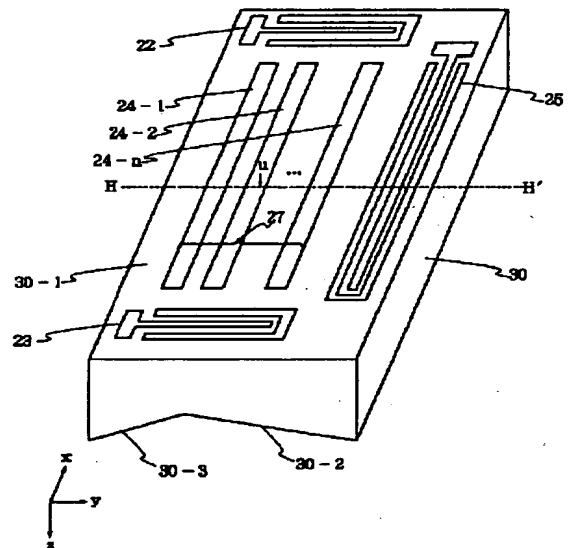
【図18】



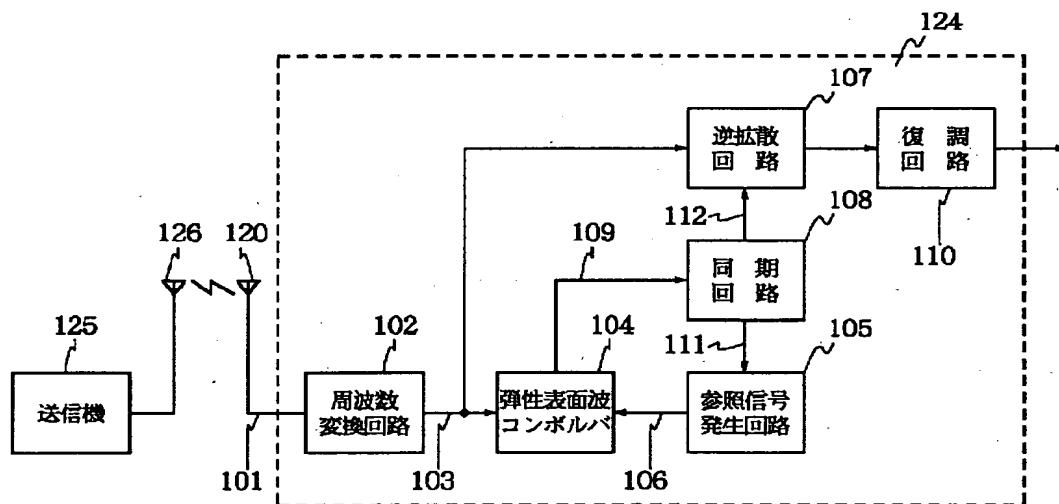
【図15】



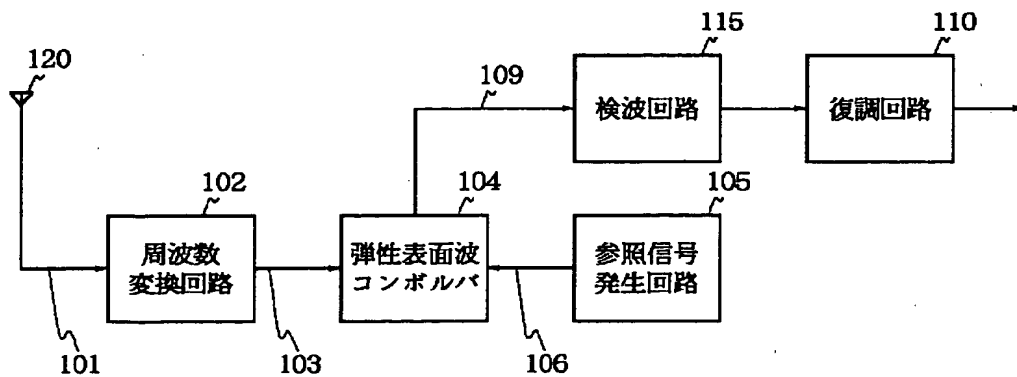
【図17】



【図19】

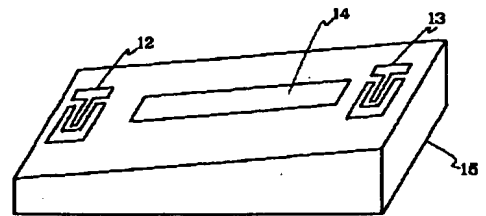


【図22】





【图 25】

[illegible]

【図23】

